

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000426

International filing date: 07 January 2005 (07.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-002696
Filing date: 08 January 2004 (08.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

07.02.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 0 2 6 9 6
Application Number:

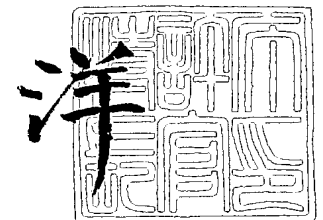
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 0 2 6 9 6]

出 願 人 住 友 電 気 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 5 - 3 0 0 0 1 6 9

【書類名】 特許願
【整理番号】 1032018
【提出日】 平成16年 1月 8日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 3/00
G02B 5/18

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 後 利彦

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 大久保 総一郎

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 松浦 尚

【特許出願人】
【識別番号】 000002130
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号
【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】
【識別番号】 100064746
【弁理士】
【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】
【識別番号】 100085132
【弁理士】
【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】
【識別番号】 100083703
【弁理士】
【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】
【識別番号】 100096781
【弁理士】
【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】
【識別番号】 100098316
【弁理士】
【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】
【識別番号】 100109162
【弁理士】
【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008693
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	特許請求の範囲	1
【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【包括委任状番号】		9908053

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

光源からの光を P 偏光と S 偏光とに分離するための偏光ビームスプリッタと、第 1 のマイクロレンズと、1/2 波長板と、第 2 のマイクロレンズとを含み、

前記第 1 マイクロレンズは前記偏光ビームスプリッタによって分離された P 偏光と S 偏光を互いに異なる位置に集光するように配置されており、

前記 1/2 波長板は前記 P 偏光または前記 S 偏光が集光される位置に配置されていて P 偏光または S 偏光を S 偏光または P 偏光に変換するように作用し、

前記第 2 マイクロレンズは前記 1/2 波長板を通過して偏光変換された後の S 偏光または P 偏光と前記 1/2 波長板を通過しなかった S 偏光または P 偏光とを統合するように作用し、

前記偏光ビームスプリッタ、前記第 1 マイクロレンズ、前記 1/2 波長板、および前記第 2 マイクロレンズの少なくとも一つが DLC 膜を利用して形成されていることを特徴とする偏光インテグレータ。

【請求項 2】

前記偏光ビームスプリッタと前記 1/2 波長板の少なくとも一方は DLC 膜中に形成された屈折率変調型回折格子で形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光インテグレータ。

【請求項 3】

前記第 1 マイクロレンズと前記第 2 マイクロレンズの少なくとも一方は、DLC 膜中に形成された屈折型レンズと屈折率変調型の回折型レンズとのいずれかであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の偏光インテグレータ。

【請求項 4】

前記偏光ビームスプリッタ、前記第 1 マイクロレンズ、前記 1/2 波長板、および前記第 2 マイクロレンズの組の複数が、前記光源からの光束の断面内で周期的に配列されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の偏光インテグレータ。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載された偏光インテグレータを含むことを特徴とする液晶プロジェクト。

【書類名】明細書

【発明の名称】偏光インテグレータ

【技術分野】

【0001】

本発明は、無偏光光をP偏光とS偏光に分離しかつ一方の偏光を他方の偏光に変換して統合する偏光インテグレータの改善に関する。このような偏光インテグレータは、例えば液晶プロジェクタにおいて好ましく用いられ得るものである。

【背景技術】

【0002】

図7は、従来の液晶プロジェクタの一例を模式的なブロック図で図解している。この液晶プロジェクタは光源1を含んでおり、その光源1は光の利用効率を高めるためにドーム状またはパラボラ状の反射ミラー2内に配置されている。光源1から放射された光は、コリメータレンズ3によって平行光にされて、第1の全反射ミラーM1によって第1のダイクロイックミラーDM1に向けられる。第1ダイクロイックミラーDM1は、青色光Bのみを透過して他の色の光を反射する。第1ダイクロイックミラーDM1を透過した青色光Bは、第2の全反射ミラーM2と第1の集光レンズCL1を介して、第1の液晶パネルLC1上に集光される。

【0003】

第1ダイクロイックミラーDM1によって反射された光は、第2のダイクロイックミラーDM2に向けられる。第2ダイクロイックミラーDM2は、緑色光Gのみを反射して残りの赤色光Rを透過させる。第2ダイクロイックミラーDM2によって反射された緑色光Gは、第2の集光レンズCL2によって第2の液晶パネルLC2上に集光される。第2ダイクロイックミラーを透過した赤色光Rは、第3の全反射ミラーM3、第4の全反射ミラーM4、および第3の集光レンズCL3を介して、第3の液晶パネルLC3上に集光される。

【0004】

第1液晶パネルLC1、第2液晶パネルLC2、および第3液晶パネルLC3に向けて集光された青色光B、緑色光G、および赤色光Rは、それぞれに対応する液晶パネルを透過した後プリズム4によって統合される。そして、プリズム4によって統合された3原色光は、投射レンズ5によってスクリーン（図示せず）上に投影される。

【0005】

周知のように、液晶パネルはマトリックス状に配置された多数の画素を含んでおり、画素ごとに電気信号を与えることによって光の透過と遮断を制御することができる。そして、光の透過と遮断を可能にするために、液晶層は2枚の偏光板に挟まれている。すなわち、液晶パネルが受け入れる光は、所定の直線方向に平行に偏光された光だけである。しかし、液晶プロジェクタにおいて通常用いられる光源から放射される光は無偏光光（またはランダム偏光光）である。したがって、光源から放射された光が液晶パネルを透過して投影光として利用され得る光の利用効率は、その光源光の1/2以下である。そこで、液晶プロジェクタにおいて、無偏光の光源光に起因する低い光の利用効率を改善するために、近年では偏光インテグレータが利用されている。

【0006】

図8は、偏光インテグレータの基本的原理を図解する模式的断面図である（非特許文献1参照）。この偏光インテグレータにおいて、ドーム状反射ミラー2に覆われた光源1から放射された光は、コリメータレンズ（図示せず）によって平行光にされて、偏光分離プリズム11に照射される。このプリズム11は、PBS（偏光ビームスプリッタ）膜12を含んでいる。すなわち、PBS膜12は、光源光のうちでP偏光を透過してS偏光を反射するように作用する。そのようなPBS膜は、誘電多層膜で形成することができる。

【0007】

PBS膜12を透過したP偏光は、1/2波長板13によって偏光方向が回転させられ、S偏光に変換される。他方、PBS膜12によって反射されたS偏光は、全反射ミラー

14によって反射されて、1/2波長板13を通過したS偏光と平行にされる。そして、全反射ミラー14で反射されたS偏光と1/2波長板13を通過した後のS偏光とがレンズ(図示せず)で統合され、その統合されたS偏光が液晶パネル上に照射される。

【0008】

なお、図8の例ではPBS膜12を透過したP偏光に対して1/2波長板13が適用されているが、逆にPBS膜12で反射されたS偏光に対して1/2波長板13を適用してもよいことが理解されよう。その場合には、光源光束がP偏光束とS偏光束に分離されて、そのS偏光束がP偏光束に変換された後に、それら2つのP偏光束が統合されて液晶パネル上に照射されることになる。

【非特許文献1】西田信夫編、「大画面ディスプレイ」、共立出版、2002年刊行

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

図8に示されているような偏光インテグレータは、偏光分離プリズム11を含んでいる。そのようなプリズムは、液晶プロジェクタの小型化にとって好ましくない。また、プリズムをガラスで作製する場合には、その重量が比較的重くなるし、その加工が容易ではない。他方、プリズムを樹脂で作製することも行われているが、プロジェクタの高輝度化に伴って、樹脂の耐熱性が問題になるであろう。さらに、PBS膜12は誘電多層膜による数十層もの偏光分離コーティングが必要なことから、高コストになるという問題がある。

【0010】

このような従来の偏光インテグレータにおける課題に鑑みて、本発明は、軽量化と小型化が可能でかつ耐熱性に優れた偏光インテグレータを簡便にかつ低コストで提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明による偏光インテグレータは、光源からの光をP偏光とS偏光とに分離するための偏光ビームスプリッタと、第1のマイクロレンズと、1/2波長板と、第2のマイクロレンズとを含み、第1マイクロレンズは偏光ビームスプリッタによって分離されたP偏光とS偏光を互いに異なる位置に集光するように配置されており、1/2波長板はP偏光またはS偏光が集光される位置に配置されていてP偏光またはS偏光をS偏光またはP偏光に変換するように作用し、第2マイクロレンズは1/2波長板を通過して偏光変換された後のS偏光またはP偏光と1/2波長板を通過しなかったS偏光またはP偏光とを統合するように作用し、偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの少なくとも一つがDLC(diamond-like carbon: ダイヤモンド状カーボン)膜を利用して形成されていることを特徴としている。

【0012】

なお、偏光ビームスプリッタと1/2波長板の少なくとも一方はDLC膜中に形成された屈折率変調型回折格子で形成され得る。また、第1マイクロレンズと第2マイクロレンズの少なくとも一方はDLC膜中に形成された屈折型レンズと屈折率変調型の回折型レンズとのいずれかであり得る。さらに、偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの組の複数が、光源からの光束の断面内で周期的に配列され得る。そして、そのような偏光インテグレータは、液晶プロジェクタにおいて好ましく用いられ得る。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、軽量化と小型化が可能でかつ耐熱性に優れた偏光インテグレータを簡便にかつ低コストで提供することができる。そして、そのような偏光インテグレータは、液晶プロジェクタの軽量化と小型化と低コスト化をも可能にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

まず、本願発明をなすに際して、本発明者らは、透光性DLC (diamond-like carbon:ダイヤモンド状カーボン) 膜にエネルギービームを照射することによってその屈折率を高めることができることを確認している。そのようなDLC膜は、シリコン基板、ガラス基板、その他の種々の基体上にプラズマCVD (化学気相堆積) によって形成することができる。そのようなプラズマCVDによって得られる透光性DLC膜は、通常は1.55程度の屈折率を有している。

【0015】

DLC膜の屈折率を高めるためのエネルギービームとしては、イオンビーム、電子ビーム、シンクロトロン放射 (SR) 光、紫外 (UV) 光などを用いることができる。これらのエネルギービーム照射の中でもHeイオン照射によって、DLC膜の最大の屈折率変化量を $\Delta n = 0.65$ 程度まで高め得ることを現状において確認できている。また、SR光照射によっても、DLC膜の最大の屈折率変化量を $\Delta n = 0.50$ 程度まで現状において高めることができる。さらに、UV光照射によっても、DLC膜の最大の屈折率変化量を $\Delta n = 0.20$ 程度まで現状において高めることができる。これらの、DLC膜のエネルギービーム照射による屈折率変化量は、従来のガラスのイオン交換による屈折率変化量 (最大でも $\Delta n = 0.17$) または石英系ガラスのUV光照射による屈折率変化量 ($\Delta n = 0.01$ 以下程度) に比べて顕著に大きいことが分かる。

【0016】

図1は、本発明による実施形態の一例としての偏光インテグレータを模式的な断面図で図解している。この偏光インテグレータにおいて、光源1はドーム状またはパラボラ状の反射ミラー2内に配置されている。光源1から放射された光はコリメータレンズ (図せず) によって平行光にされ、偏光ビームスプリッタ51に照射される。すなわち、偏光ビームスプリッタ51は、光源光をP偏光とS偏光に分離する。第1のマイクロレンズ52は、P偏光束を1/2波長板53上に集光するとともに、S偏光束を1/2波長板53の配置されていない領域に集光する。

【0017】

1/2波長板53は、P偏光をS偏光に変換する。1/2波長板53を透過した後のS偏光束と1/2波長板53が配置されていない領域を通過したS偏光束とは、第2のマイクロレンズ54とレンズ55の作用によって統合されて、集光レンズCLによって液晶パネルLC上に照射される。もちろん、その液晶パネルLCに含まれる偏光板は、S偏光を受け入れるように設定されている。

【0018】

なお、図1の例ではP偏光に対して1/2波長板53が適用されているが、逆にS偏光に対して1/2波長板53を適用してもよいことが理解されよう。すなわち、その場合には、光源光束が偏光ビームスプリッタ51によってP偏光束とS偏光束に分離されて、そのS偏光束が1/2波長板53でP偏光束に変換された後に、それら2つのP偏光束が統合されて液晶パネルLC上に照射されることになる。もちろん、その液晶パネルLCに含まれる偏光板は、P偏光を受け入れるように設定される。

【0019】

以上のように、無偏光の光源光を偏光インテグレータによってS偏光またはP偏光のいずれか一方に統合することによって、液晶プロジェクタにおける光源光の利用効率を改善することができる。

【0020】

ここで、本発明においては、偏光インテグレータに含まれる偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの少なくとも一つがDLC膜を利用して形成される。もちろん、DLC膜は薄いものであり、軽かつ優れた耐熱性を有している。したがって、偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの少なくとも一つがDLC膜を利用して作製可能になれば、偏光インテグレータの小型化、軽量化、および低コスト化が可能になり、ひいては液晶プロジェクタの小型化、軽量化、および低コスト化が可能になる。

【0021】

図2において、本発明による屈折型マイクロレンズアレイの作製方法の一例が、模式的な断面図で図解されている。このような屈折型マイクロレンズアレイは、図1中の第1マイクロレンズアレイ52または第2マイクロレンズアレイ54として用いることができる。

【0022】

図2(a)において、DLC膜21上にマスク層22が形成されている。マスク層22としては、エネルギービーム23の透過を制限し得る機能を有する種々の材料を用いることができるが、金が好ましく用いられ得る。このマスク層22はアレイ状に配列された微小な凹部22aを有している。それらの凹部22aの各々は、概略球面の一部または概略円柱面の一部からなる底面を有している。それらの凹部22aのアレイを含むマスク層22を介して、エネルギービーム23がDLC膜21に照射される。

【0023】

図2(b)において、エネルギービーム23の照射後にマスク層22を除去することによって、DLC膜21中に形成されたマイクロレンズアレイ21aが得られる。すなわち、エネルギービーム23の照射によって、マスク層22の凹部22aのアレイに対応して、DLC膜21内において高屈折率領域21aのアレイが形成されている。このとき、マスク層22の凹部22aは球面状または円柱面状の底面を有しているもので、凹部21aの中央から周縁に向かうにしたがってマスク層の厚さが増大している。すなわち、エネルギービーム23は、凹部22aの周縁部に比べて中央部において透過しやすいことになる。したがって、高屈折率領域21aの深さは、その中央部において深くて周縁部において浅い球面状凸レンズまたは円柱面状凸レンズの形状を有している。その結果、それらの高屈折率領域21aの各々が、そのまま一つのマイクロレンズとして作用し得る。

【0024】

なお、図2に示されているようなエネルギービーム23によってマイクロレンズアレイを作製する場合、概略球面状または概略円柱面状の凹部22aの深さを調節することによって、マイクロレンズ21aの厚さを調節することができ、すなわちその焦点距離を調節することができる。また、凹部22aの深さを変化させなくても、照射するエネルギービーム23の透過能を変化させることによってマイクロレンズ21aの焦点距離を調節することができる。たとえば、エネルギービーム23としてHeイオンビームを用いる場合、そのイオンの加速エネルギーを高めて透過能を高めることによって、マイクロレンズ21aの焦点距離を短くすることができる。また、DLC膜に対するエネルギービーム23のドーズ量が高いほど屈折率変化 Δn が大きくなるので、そのドーズ量を調節することによってもマイクロレンズ21aの焦点距離を調節することも可能である。

【0025】

図2(a)に示されているような概略球面状または概略円柱面状の底面を有する凹部22aを含むマスク層22は、種々の方法によって作製することができる。たとえば、DLC膜21上に均一な厚さのマスク層22を形成し、その上にアレイ状に配列された微小な穴または平行に配列された線状の開口を有するレジスト層を形成する。そして、そのレジスト層の微小な穴または線状の開口から等方的エッチングを行うことによって、その微小な穴の下のマスク層22内に概略半球状または概略半円柱状の凹部22aを形成することができる。

【0026】

図2(a)に示されているような概略球面状または概略円柱面状の底面を有する凹部22aを含むマスク層22は、図3の模式的な断面図に図解されているような方法で作製され得る刻印型を用いて簡便に作製することもできる。

【0027】

図3(a)において、例えばシリカの基板31上にレジストパターン32が形成される。このレジストパターン32は、基板31上でアレイ状に配列された複数の微小な円形領域上または平行に配列された複数の細い帯状領域上に形成されている。

【0028】

図3(b)において、レジストパターン32が加熱溶融させられ、各微小円形領域上または細い帯状領域上で溶融したレジスト32は、その表面張力によって概略球面状または概略円柱面状の凸レンズ形状になる。

【0029】

図3(c)において、概略凸レンズ状のレジスト32bとともにシリカ基板31aをRIEすれば、レジスト32bの径または幅がRIEで縮小しながらシリカ基板31aがエッチングされる。

【0030】

その結果、図3(d)に示されているように、概略球面状または概略円柱面状の凸部31bが配列されたシリカの刻印型31cが最終的に得られる。なお、凸部31bの高さは、図3(c)におけるレジスト32bのエッチング速度とシリカ基板31aのエッチング速度との比率を調節することによって調節することができる。

【0031】

こうして得られた刻印型31cは、図2(a)に示されているような凹部22aを含むマスク層22の作製に好ましく用いられ得る。すなわち、例えばマスク層22が金属材料で形成されている場合、金は展延性に富んでいるので、その金マスク層22に刻印型31cで刻印することによって、簡便に凹部22aを形成することができる。また、刻印型31cは一度作製すれば繰り返し使用可能であるので、エッチングによってマスク層22中の凹部22aを形成する場合に比べて遥かに簡便かつ低コストで凹部22aを形成することを可能にする。

【0032】

なお、本発明におけるようにDLC膜を用いた屈折型マイクロレンズアレイは、従来のガラス基板を用いる場合に比べて、エネルギービーム照射によって高屈折率のレンズを形成することができるので、ガラス基板に比べて遥かに薄いDLC膜中に屈折型マイクロレンズアレイを形成することができる。しかし、DLC膜を用いた屈折型マイクロレンズであっても、次に述べる回折型マイクロレンズに比べれば厚いDLC膜を要し、 $10\mu\text{m}$ から $20\mu\text{m}$ 程度以上の厚さを要する(回折効果を利用したマイクロレンズの例としては、「マイクロレンズ(アレイ)の超精密加工と量産化技術」、技術情報協会出版、2003年、第71-81頁参照)。

【0033】

図4(a)の模式的な平面図と図4(b)の模式的な断面図において、本発明の他の実施形態による回折型マイクロレンズが図解されている。特に、屈折率変調型の回折型マイクロレンズは屈折型マイクロレンズに比べて顕著に薄く作製することが可能であり、 $1\sim 2\mu\text{m}$ 程度の厚さのDLC薄膜中に回折型マイクロレンズを作製することができる。すなわち、この屈折率変調型の回折型マイクロレンズ40も、DLC膜41を用いて作製されており、同心円状の複数の帯状リング領域 R_{mn} を含んでいる。ここで、符号 R_{mn} は、第m番目のリングゾーン中の第n番目の帯状リング領域を表すとともに、同心円の中心からその帯状リング領域の外周までの半径をも表すものとする。それらの帯状リング領域 R_{mn} は、同心円の中心から遠いものほど、減少させられた幅を有している。

【0034】

互いに隣接する帯状リング領域 R_{mn} は、互いに異なる屈折率を有している。図4の回折型マイクロレンズは、それが2レベルの屈折率変調を含む回折型レンズである場合には、 $n=2$ 番目までの帯状リング領域を含むリングゾーンを $m=3$ 番目まで含んでいることになる。そして、同じリングゾーン中では、外側に比べて内側の帯状リング領域の方が高い屈折率を有している。

【0035】

このことから類推されるであろうように、4レベルの屈折率変調を含む回折型レンズでは、一つのリングゾーンが $n=4$ 番目までの帯状リング領域を含み、この場合にも同じリングゾーン中では同心円の中心に近い帯状リング領域ほど高い屈折率を有している。すな

わち、一つのリングゾーン中で内周側から外周側に向かって4段階の屈折率変化が形成されている。そして、そのような4段階の屈折率変化の周期がリングゾーンごとにm回繰り返されることになる。

【0036】

なお、帯状リング領域 R_{mn} の外周半径は、スカラー近似を含む回折理論から次式(1)にしたがって設定することができる。この式(1)において、 L はレンズの回折レベルを表し、 λ は光の波長を表し、そして f はレンズの焦点距離を表している。また、最大の屈折率変化量 Δn は、最大の位相変調振幅 $\Delta \phi = 2\pi (L-1)/L$ を生じさせ得るものでなければならない。

【0037】

【数1】

$$R_{mn} = \sqrt{\frac{2mnf\lambda}{L} + \left(\frac{mn\lambda}{L}\right)^2} \quad (1)$$

【0038】

図5の模式的な断面図において、図4に示されているような2レベルの回折型マイクロレンズの作製方法の一例が図解されている。

【0039】

図5(a)において、DLC膜41上に、例えばNiの導電層42が周知のEB(電子ビーム)蒸着法によって形成される。このNi導電層42上には図4中の $n=1$ に対応する帯状リング領域 R_{mn} ($m=1\sim 3$) を覆うようにレジストパターン43が形成される。そのレジストパターン43の開口部に、電気めっきによって金マスク44が形成される。

【0040】

図5(b)において、レジストパターン43が除去されて、金マスク44が残される。そして、その金マスク44の開口部を通して、エネルギービーム45がDLC膜41に照射される。その結果、エネルギービーム45に照射された帯状リング領域 R_{m1} の屈折率が高められ、エネルギービーム45がマスクされた帯状リング領域 R_{m2} は当初のDLC膜の屈折率を維持している。すなわち、図4に示されているような2レベルの回折型マイクロレンズが得られる。

【0041】

なお、図5の例ではDLC膜ごとにその上にマスク層が形成されるが、別個に作製された独立のマスクを用いてDLC膜にエネルギービーム照射してもよいことは言うまでもない。また、順次パターンが調整されたマスクを用いてDLC膜にエネルギービーム照射を繰り返すことによって、多レベルの回折型マイクロレンズが形成され得ることが理解されよう。

【0042】

さらに、図3(d)に示されているような刻印型の変わりに、多段階に厚さが変化された同心円状の帯状リング領域を含む刻印型を用いてDLC膜上の金マスク層に刻印し、その刻印された金マスク層を介してエネルギービーム照射することによって、一回のエネルギービーム照射で多レベルの回折型マイクロレンズを作製することも可能である。

【0043】

さらにまた、回折型マイクロレンズに関する上述の実施形態では屈折型レンズの球面状凸レンズに対応する回折型マイクロレンズが説明されたが、本発明は屈折型レンズの柱面状凸レンズに対応する回折型マイクロレンズにも同様に適用し得ることが理解されよう。その場合には、屈折率変調された同心円状の複数の帯状リング領域の代わりに、屈折率変調された互いに平行な複数の帯状領域を形成すればよい。この場合、例えば図4(b)の断面図において、屈折率変調された互いに平行な複数の帯状領域は、その図の紙面に対して垂直に伸びていることになる。また、その場合において、図5(b)中の金マスク44

もその図の紙面に対して垂直に伸びていればよい。

【0044】

さらに、本発明においては、図1中の偏光ビームスプリッタ51が、DLC膜を利用して作製され得る。すなわち、この偏光ビームスプリッタ51は、DLC膜に形成された屈折率変調型回折格子を含んでいる。なお、回折格子によって偏光分離し得ることは、例えば Applied Optics, Vol.41, 2002, pp.3558-3566 において説明されている。

【0045】

図6は、屈折率変調型回折格子を含むDLC膜からなる偏光ビームスプリッタ51Aを模式的な断面図で表している。すなわち、このDLC膜51Aは、相対的に低屈折率の領域51aと相対的に高屈折率の領域51bとを含んでいる。低屈折率領域51aはエネルギービーム照射されなかった領域であり、例えば1.55の屈折率を有している。他方、高屈折率領域51bは例えば620 (mA/min/mm²)のシンクロトロン条件でSR (シンクロトロン放射) 光照射されて、その屈折率が例えば1.90に高められている。また、高屈折率領域51bと低屈折率領域51aとの界面は、DLC膜の表面に対して例えば40度だけ傾斜させられている。

【0046】

このような偏光ビームスプリッタ51Aは、以下のように作製することができる。例えば、DLC膜上に、幅0.5 μmの金ストライプが周期1 μmで繰り返し配列されたライン・アンド・スペースのパターンを有する金マスクが形成される。その後、DLC膜の表面に対して40度の傾斜角でかつ金ストライプの長さ方向に直交する的方向にSR光照射すればよい。

【0047】

図6に示されているようなDLC膜の偏光ビームスプリッタ51にS偏光とP偏光を含む光が入射すれば、S偏光は0次回折光として透過し (TE波に相当)、P偏光は1次回折光として回折される (TM波に相当)。すなわち、P偏光とS偏光が、互いに分離されることになる。

【0048】

さらに、本発明においては、図1中の1/2波長板53も、DLC膜を利用して作製され得る。すなわち、図6に示されている屈折率変調型回折格子に類似の回折格子を含むDLC膜によって、1/2波長板の作用を生じさせることができる。そのような1/2波長板53は、以下のように作製することができる。例えば、DLC膜上に、幅0.5 μmの金ストライプが周期1 μmで繰り返し配列されたライン・アンド・スペースのパターンを有する金マスクが形成される。その後、DLC膜の表面に対して垂直な方向にSR光照射すればよい。こうして得られる屈折率変調型回折格子を含むDLC膜の1/2波長板53に対して、例えばP偏光を通過させれば、その直線偏光面が90度回転されてS偏光に変換される。もちろん、そのような1/2波長板によって、S偏光をP偏光に変換することも可能である。

【0049】

なお、図7においては透過型の液晶プロジェクタが示されているが、本発明による偏光インテグレータは反射型の液晶プロジェクタ (非特許文献1参照) にもそのまま適用し得ることは言うまでもない。

【0050】

以上のように、本発明によれば、偏光インテグレータに含まれる偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの少なくとも一つがDLC膜を利用して形成され、軽量化されかつ小型化された偏光インテグレータを簡便にかつ低コストで提供することが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明による偏光ビームスプリッタは、軽量化かつ小型化が可能で、簡便かつ低コストで提供され得る。また、そのような偏光ビームスプリッタは、液晶プロジェクタの軽量化

と小型化と低コスト化を可能にする。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】 本発明による偏光インテグレータの一例を模式的に図解する断面図である。

【図2】 図1の偏光インテグレータに含まれる屈折型マイクロレンズアレイをDLC膜を利用して作製する方法を模式的に図解する断面図である。

【図3】 図2の屈折型マイクロレンズの作製方法に利用し得る刻印型の形成方法を模式的に図解する断面図である。

【図4】 図1の偏光インテグレータに含まれるDLC膜の回折型マイクロレンズを模式的に図解する断面図である。

【図5】 図4の回折型マイクロレンズの作製方法を模式的に図解する断面図である。

【図6】 図1の偏光インテグレータに含まれるDLC膜の偏光ビームスプリッタを模式的に図解する断面図である。

【図7】 従来の液晶プロジェクタを図解する模式的断面図である。

【図8】 従来の偏光インテグレータの基本原理を模式的に図解する断面図である。

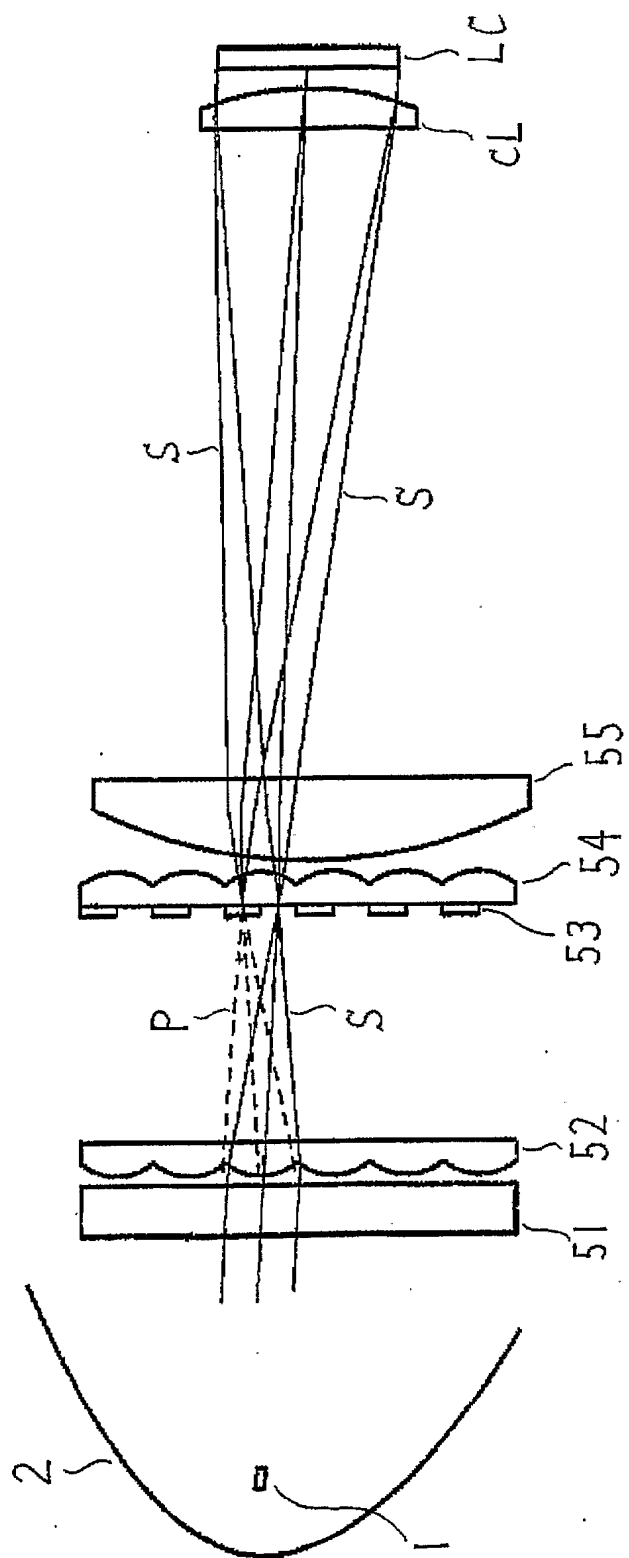
【符号の説明】

【0053】

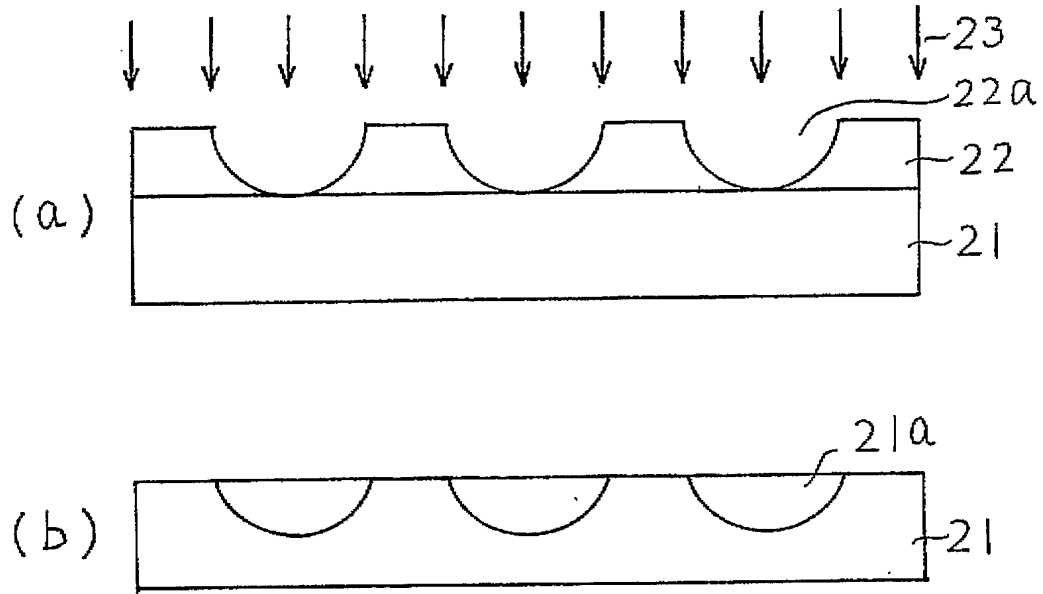
1 光源、2 ドーム状またはパラボラ状の反射ミラー、3 コリメータレンズ、M1、M2、M3、M4 全反射ミラー、DM1、DM2 ダイクロイックミラー、B 青色光、G 緑色光、R 赤色光、CL1、CL2、CL3 集光レンズ、LC1、LC2、LC3 液晶パネル、4 プリズム、5 投影レンズ、11 偏光分離プリズム、12 PBS膜、13 1/2波長板、14 全反射ミラー、P P偏光、S S偏光、21 DLC膜、21a 高屈折率領域、22 金マスク層、22a 凹部、23 エネルギービーム、31 シリカ基板、32 レジスト、32a 熔融されたレジスト、31a RIEされているシリカ基板、32b RIEされているレジスト、31c シリカ製刻印型、31b 凸部、40 回折型マイクロレンズ、f 焦点距離、41 DLC膜、41a 高屈折率領域、41b 低屈折率領域、42 Ni層、43 レジスト、44 金マスク、45 エネルギービーム、51 偏光ビームスプリッタ、51A DLC膜、51a 低屈折率領域、51b 高屈折率領域、52 第1マイクロレンズアレイ、53 1/2波長板、54 第2マイクロレンズアレイ、55 レンズ、CL 集光レンズ、LC 液晶パネル。

【書類名】 図面

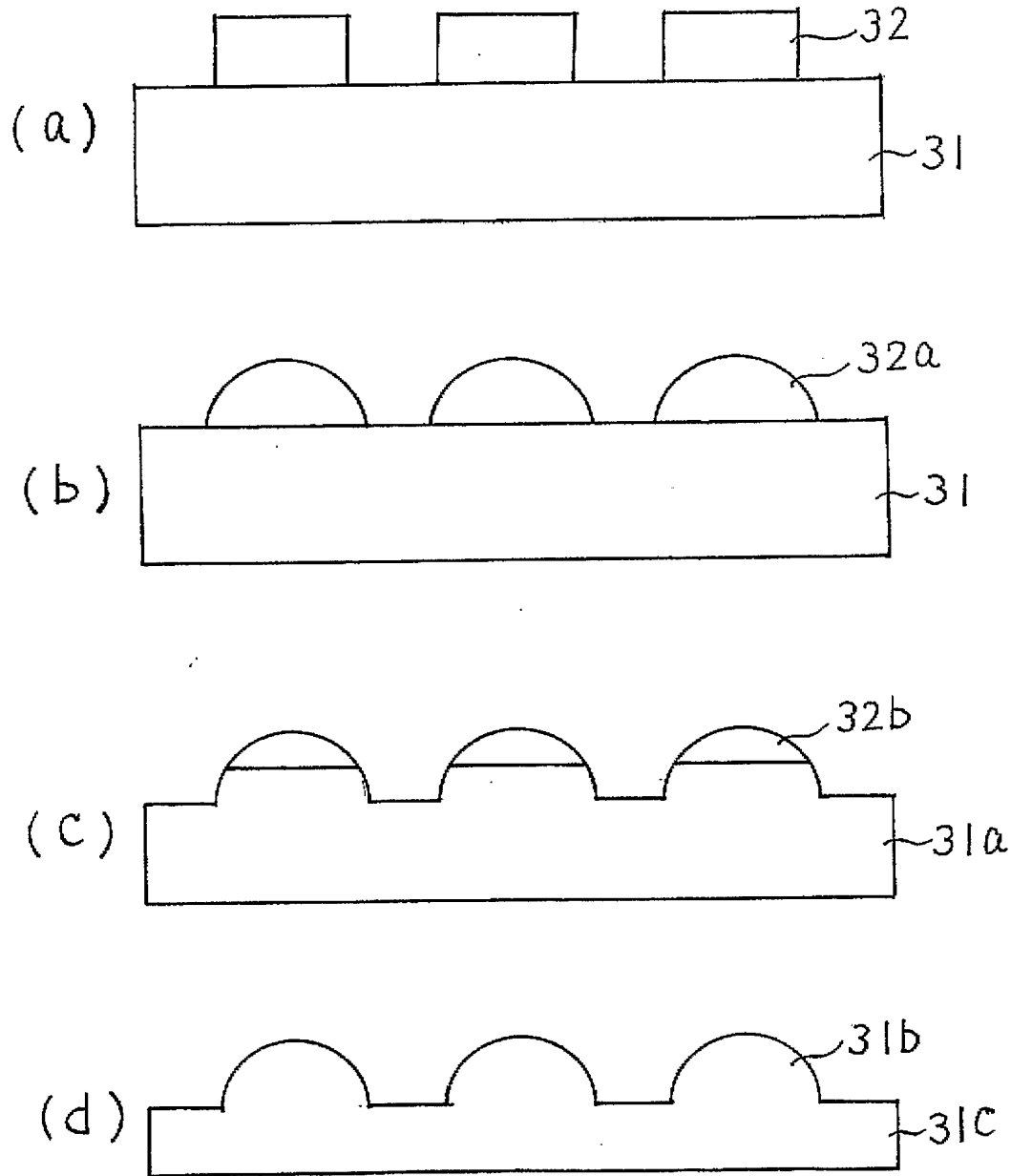
【図 1】



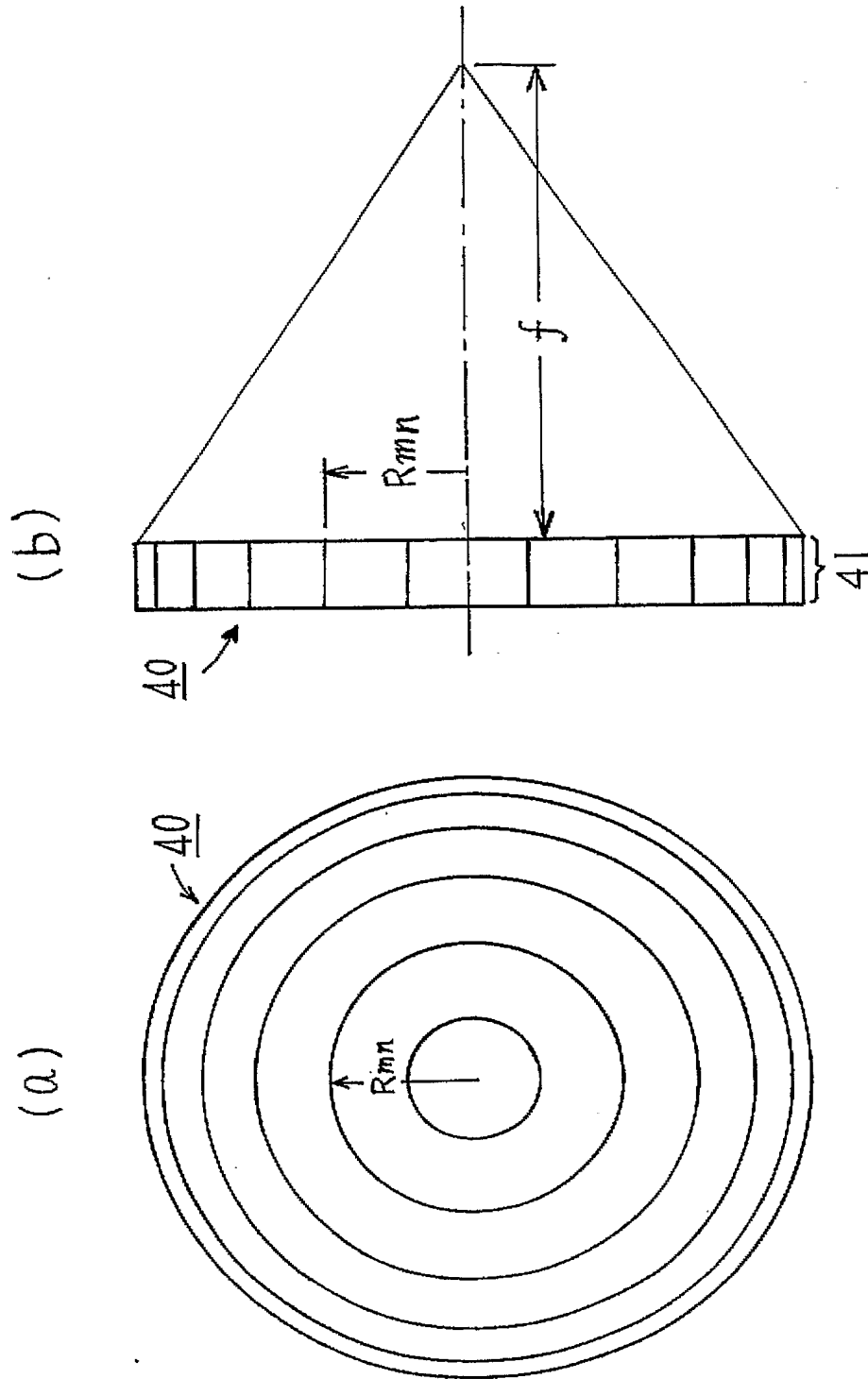
【図 2】



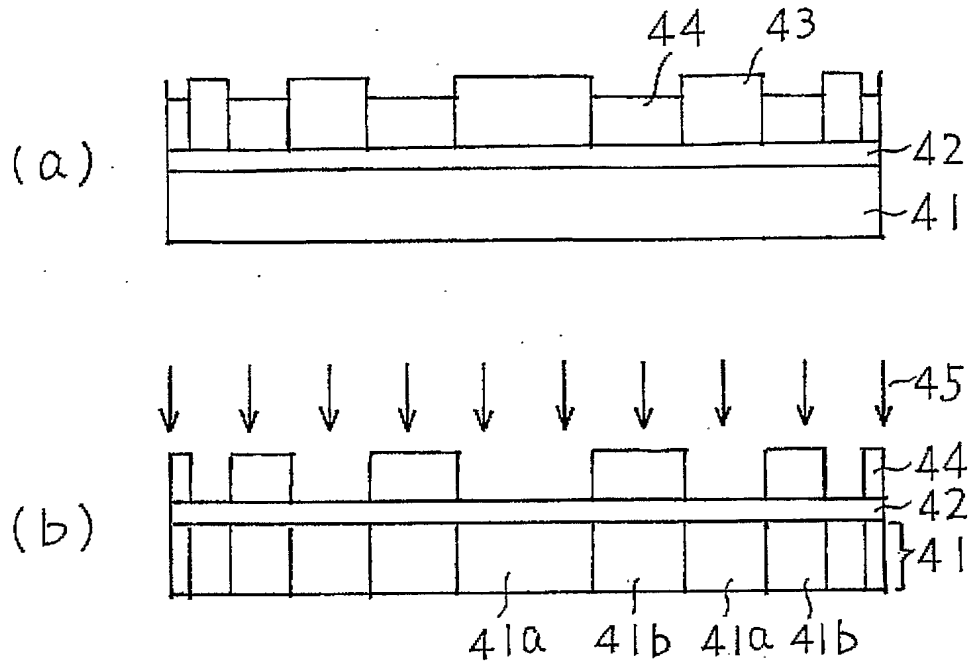
【図 3】



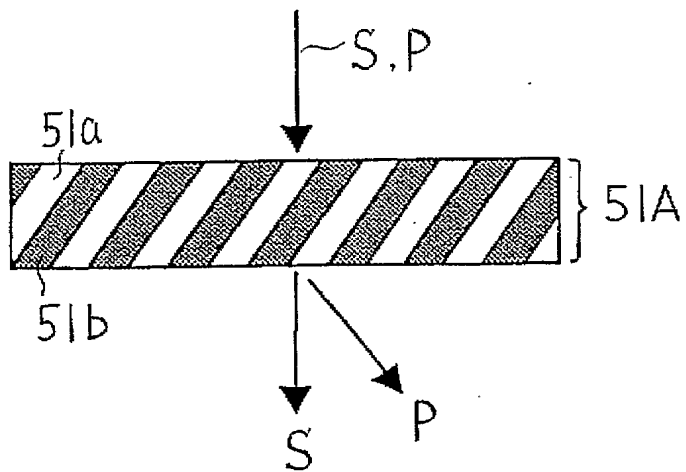
【図 4】



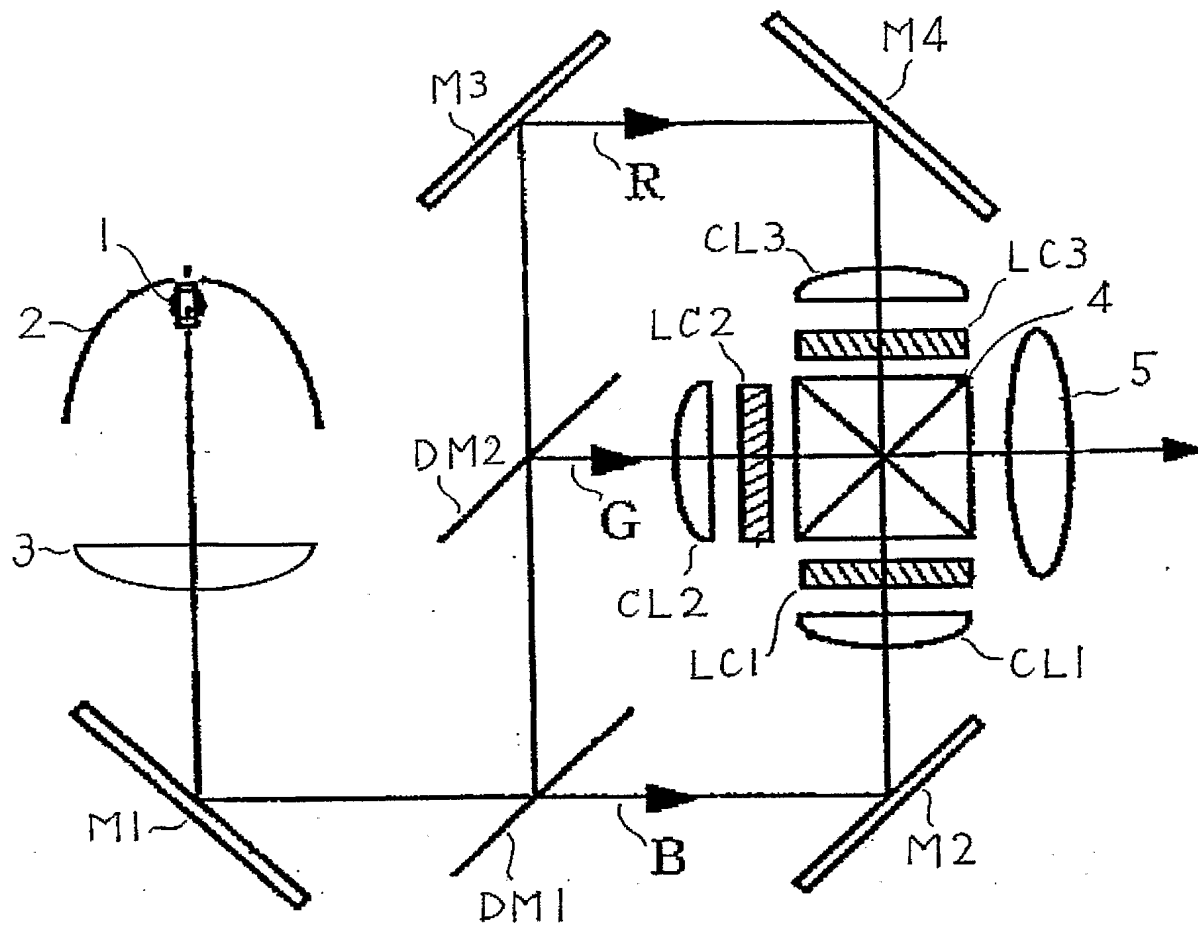
【図 5】



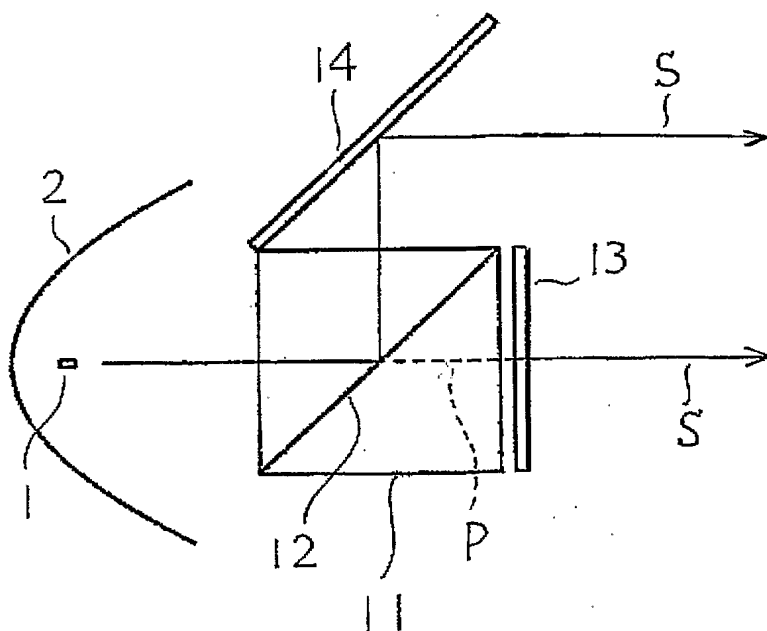
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 軽量化と小型化が可能でかつ耐熱性に優れた偏光インテグレータを簡便にかつ低コストで提供する。

【解決手段】 偏光インテグレータは、光源 1 からの光を P 偏光と S 偏光とに分離する偏光ビームスプリッタ (PBS) 51 と、第 1 のマイクロレンズ 52 と、 $1/2$ 波長板 53 と、第 2 のマイクロレンズ 54 とを含み、第 1 マイクロレンズは PBS によって分離された P 偏光と S 偏光を互いに異なる位置に集光するように配置されており、 $1/2$ 波長板は P 偏光が集光される位置に配置されていて P 偏光を S 偏光に変換するように作用し、第 2 マイクロレンズは $1/2$ 波長板を通過して偏光変換された後の S 偏光と $1/2$ 波長板を通過しなかった S 偏光とを統合するように作用し、PBS、第 1 マイクロレンズ、 $1/2$ 波長板、および第 2 マイクロレンズの少なくとも一つが DLC 膜を利用して形成されている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 0 2 6 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号
氏 名	住友電気工業株式会社